

METHOD FOR ACQUIRING INTELLIGENCE AND ITS EXECUTION DEVICE

Patent Number: JP7085139
Publication date: 1995-03-31
Inventor(s): MIYASAKA YOSHITERU; others: 01
Applicant(s):: HITACHI LTD
Requested Patent: ☐ JP7085139
Application Number: JP19930232777 19930920
Priority Number(s):
IPC Classification: G06F17/50 ; G06F9/44
EC Classification:
Equivalents: JP3102222B2

Abstract

PURPOSE:To provide a method for aiding the extraction of design intelligence used to generated detailed information from an existing design drawing and the device executing the method with respect to the 'logic synthesis' and 'program automatic generation' technology.

CONSTITUTION:In the intelligence acquisition method, a detailed diagram and a function diagram stored in a diagram storage device 6 are displayed, corresponding elements of a same kind are designated, a conversion pattern for interpolation operation is discriminated and an intelligence conclusion part is generated. Then an initial plan of an intelligence condition part (design event) is generated based on attribute information of elements of the intelligence conclusion part and relevant elements and on the relation of connection of them to urge the edit (correction, addition, delete) of the initial plan to the user, who generates the intelligence condition part. The conclusion part and the condition part are synthesized thereby storing the design intelligence to an intelligence storage device 7. Thus, a clue to intelligence acquisition is given to a designer, who extracts the design intelligence from the design diagram accurately with high quality.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 7 - 8 5 1 3 9

(43) 公開日 平成 7 年 (1995) 3 月 31 日

(51) Int. Cl. °

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 6 F 17/50

9/44

5 8 0

A 9193-5 B

7623-5 L

G 0 6 F 15/60 3 1 0

審査請求 未請求 請求項の数 1 0

O L

(全 2 2 頁)

(21) 出願番号 特願平 5-232777

(22) 出願日 平成 5 年 (1993) 9 月 20 日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目 6 番地

(72) 発明者 宮坂 美輝

茨城県日立市大みか町五丁目 2 番 1 号 株式

会社日立製作所大みか工場内

(72) 発明者 和田 裕

茨城県日立市大みか町五丁目 2 番 1 号 株式

会社日立製作所大みか工場内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

(54) 【発明の名称】 知識獲得方法及びその実施装置

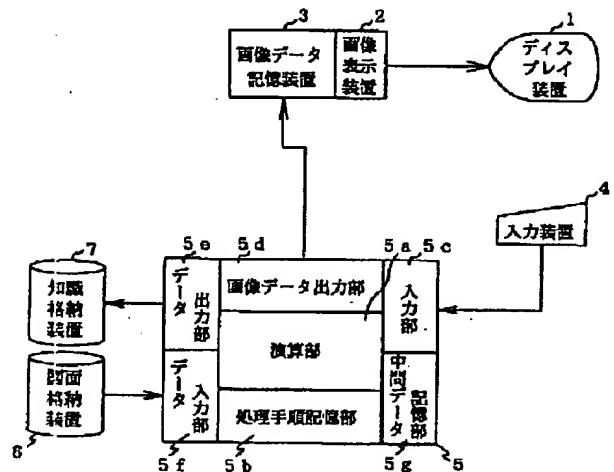
(57) 【要約】

【目的】 本発明の目的は、「論理合成」・「プログラム自動生成」技術に関わり、詳細情報を生成するための設計知識を既存の設計図から抽出支援する方法及びその方法を実施する装置を提供することにある。

【構成】 本発明の知識獲得方法は、図面格納装置 6 に格納された詳細図と機能図を表示し、同一種類の対応要素を指定し、補完操作の変換パターンの判定を行い、知識結論部を作成する。次に、知識結論部の要素と対応要素との属性情報、接続関係から知識条件部の初期案（設計事例）を作成し、初期案の編集（修正、追加、削除）をユーザに促し、知識条件部を作成する。結論部と条件部を合成し、設計知識を知識格納装置 7 に格納する。これにより設計者に知識獲得の糸口を与えることができる。

【効果】 本発明によれば、設計図面より正確かつ高品質の設計知識を抽出できる。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】設計事例をその図面の要素の接続情報および属性情報を有する図面データとして格納する図面格納装置を備え、前記設計事例を前記図面格納装置から演算処理装置に読み込み、読み込んだ設計事例の図面データにおいて設計知識の抽出範囲を入力装置により指定し、前記演算処理装置により、前記指定された抽出範囲の図面の要素と接続情報および属性情報に基づいて、設計知識の結論部を予め設定された結論部パターンにより作成し、さらに設計知識の条件部についてのデータを作成し、該条件部についてのデータの編集内容を入力装置から演算処理装置に入力し該条件部を編集して、編集された設計知識の条件部および前記結論部を知識格納装置に格納する知識獲得方法。

【請求項2】設計事例をその図面の要素の接続情報および属性情報を有する図面データとして格納する図面格納装置を備え、前記設計事例を前記図面格納装置から演算処理装置に読み込んで表示装置に表示し、表示した設計事例の図面データにおいて設計知識の抽出範囲を入力装置により表示画面上にて指定し、前記演算処理装置により指定された抽出範囲の図面の要素と接続情報および属性情報に基づいて、設計知識の結論部を予め設定された結論部パターンにより作成し、さらに設計知識の条件部についてのデータを作成しこれを表示装置に表示し、表示された条件部についてのデータの編集内容を入力装置から演算処理装置に入力し該条件部を編集して、編集された設計知識の条件部および前記結論部を知識格納装置に格納する知識獲得方法。

【請求項3】請求項1または請求項2記載の知識獲得方法において、設計事例の図面データが機能図および詳細図を有することを特徴とする知識獲得方法。

【請求項4】請求項2記載の知識獲得方法において、設計事例の表示は図面の要素と接続情報および属性情報を表示することを特徴とする知識獲得方法。

【請求項5】請求項3記載の知識獲得方法において、設計知識の抽出範囲は機能図と詳細図について対応する範囲をそれぞれ指定することを特徴とする知識獲得方法。

【請求項6】請求項2記載の知識獲得方法において、設計事例の表示は図面の構成要素と接続情報のリストを表示し、設計知識の抽出範囲を表形式で指定することを特徴とする知識獲得方法。

【請求項7】請求項2記載の知識獲得方法において、設計知識の条件部についてのデータとして設計知識抽出範囲の図面の要素の接続情報および属性情報を表示することを特徴とする知識獲得方法。

【請求項8】請求項7記載の知識獲得方法において、表示された接続情報および属性情報の内容を入力装置を用いて対話形式により編集することを特徴とする知識獲得方法。

【請求項9】設計事例をその図面の要素の接続情報およ

び属性情報を有する図面データとして格納する図面格納装置と、設計事例の設計知識を格納する知識格納装置と、データ入力装置と、

演算処理装置であって、

前記設計事例を前記図面格納装置から読み込むデータ入力部と、

前記データ入力装置によって指定された前記読み込んだ設計事例の図面データにおける設計知識の抽出範囲の図面の要素と接続情報および属性情報に基づいて、設計知識の結論部を予め記憶された結論部パターンにより作成し、さらに設計知識の条件部についてのデータを作成して、前記データ入力装置から該条件部についてのデータの編集内容を入力して該条件部を編集する演算部と、編集された設計知識の条件部および前記結論部を知識格納装置に格納するデータ出力部とを有する演算処理装置、

を有する知識獲得装置。

【請求項10】設計事例をその図面の要素の接続情報および属性情報を有する図面データとして格納する図面格納装置と、設計事例の設計知識を格納する知識格納装置と、データ入力装置と、データの表示装置と、

演算処理装置であって、

前記設計事例を前記図面格納装置から読み込むデータ入力部と、

前記データ入力装置によって指定された前記設計事例の図面データにおける設計知識の抽出範囲の図面の要素と接続情報および属性情報に基づいて、設計知識の結論部を予め記憶された結論部パターンにより作成し、さらに設計知識の条件部についてのデータを作成して、前記データ入力装置から該条件部についてのデータの編集内容を入力して該条件部を編集する演算部と、

前記設計事例の図面データおよび前記条件部についてのデータを表示装置へ出力する画像データ出力部と、

前記編集された設計知識の条件部および前記結論部を知識格納装置に格納するデータ出力部とを有する演算処理装置、

を備える知識獲得装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、論理回路や制御系ソフトウェア等の設計作業のある段階で得られた設計事例に基づき、その次の段階の設計作業を決定するために用いる設計知識を獲得する知識獲得方法及び知識獲得装置係り、特に設計図面データから設計条件と設計手順を導き出してデータベースとして格納する知識獲得方法及び知識獲得装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】前後関係が存在する設計結果のある段階を機能図とし、その次の段階を詳細図とするような段階的に行われる設計過程において、ブロック図形式の図面

を用いた設計を支援するシステムにおいて、機能図は実現したい設計対象の機能を表し、詳細図は機能の実現手段を表している。このシステムを開発する過程で設計知識を獲得し知識ベースを作成する作業が必要となる。そのため、最初は知識獲得作業を行うエンジニアが、設計者にインタビューを行いその結果を分析し手作業で知識にまとめるという手段をとっていた。その結果、各分野に特有の詳細化操作グループ（公理系）が存在することがわかった。これ以後は、手作業ではあるが機能図と詳細図を参照し目的の詳細化操作を経験的に求められた公理系の中から選択し、設計知識を作成している。以下、代表的な例として、論理回路設計と制御系ソフトロジック設計の分野の公理系について説明する。

【0003】半導体集積回路を対象とした論理回路設計の分野では、回路の機能構成を与える機能図を半導体素子単位での結線情報を表す回路図にロジックを変換する際に、変換規則や設計基準を設計知識として利用し自動化を図る技術がある。この技術では、機能ブロックの内部情報をより詳細な回路素子の接続情報に変換する操作（マクロ展開）や、変換後の回路図に含まれる冗長部分について複数のセルを一個のセルに置き換える最適化操作などが公理系である。例えば、マクロ展開は、要素Aのような機能ブロックの要素名や要素Aに要素Bが接続するような単純な接続関係が変換知識の条件部分となる。つまり、マクロ展開や最適化操作などの比較的単純な設計操作に適用できる。しかし、機能図では省略されていた要素の追加や、ある詳細化操作の結果に伴って他の知識が適用される複雑な場合には適用できない。

【0004】一方、制御ソフトロジック設計の分野では、刊行物日本原子力学会誌（Vol. 32, No. 11, 1990）に記載するように、制御ソフトロジック設計での詳細化操作は、以下の3種類の詳細化操作グループの組み合わせ（公理系）で表現可能であると言われている。

【0005】（1）制御信号の特性や演算条件を変化させるために、新たな要素を組み合わせで機能図に挿入する操作グループ。

【0006】（2）利用する制御信号を変えるために、分岐や接続線の位置を変更する操作グループ。

【0007】（3）制御信号の特性等を変えずに利用するために、接続線の分岐や要素を追加したり、要素を展開し内部を詳細化する操作グループ。

【0008】この3種類の操作グループを順次適用することによりロジック設計支援を行うシステムが開発された。

【0009】前記論理回路設計の公理系は、前記制御ソフトウェア設計の公理系に含まれる。一般的には、ブロック図形式の図面に関する詳細化操作は前記制御ソフトウェア設計の公理系を含んだものとなる。

【0010】前記論理回路設計の分野における設計知識

の獲得では、知識獲得を支援するツールに関する技術がある。その技術では、類似の結論部を持つ既存の設計知識の修正や回路パターンから直接結論部を作成する手法をとっている。つまり、結論部が比較的単純であることからこのような手法が適用できる。しかし、一般的な場合、最低でも前記3種類の操作グループを取り扱う必要があるため結論部が複雑になり、直接適用することができない。

【0011】また、機械設計の分野における設計知識の獲得では、機械系CADを用いてその表示画面上から対象物を指定しその対象物についての設計基準を抽出する手法が提案されている。例えば、プラントの設計ではヒートパイプの配置をするときには壁からどの程度離れていなければならないなどの設計基準を抽出する。その設計基準を機能検証に利用した場合、設計基準は検証知識の条件部に相当し、結論部は手入力で作成する。しかし、設計基準は検証知識の条件部が主体であるのに対して詳細化操作は設計知識の結論部が主体になることから、直接適用することができない。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】一般的には、設計者は知識獲得の過程において、機能図と詳細図を見比べて設計知識の結論部が詳細化操作の公理系のどの公理に当たるのかを、経験的に判断している。そのため、知識の品質が設計者の熟練度や主観に依存することになる。前記の2方法のいずれもそのような設計者の判断を支援することはできない。そこで設計知識を獲得するためには複雑な結論部を合理的に作成する必要がある。

【0013】本発明の目的は、ソフトウェアや半導体集積回路の設計において多用される様な、機能ロジック図からロジックの詳細構造図を表す情報を生成し、具体的なプログラムや半導体回路パターンを設計するいわゆる「プログラム自動生成」や「論理合成」技術に関わり、詳細情報を生成するための設計知識を既存の設計図から抽出支援する方法及びその実施装置を提供することにある。

【0014】また、本発明の目的は、プログラム自動生成に用いる設計知識を策定する際に、既存の使用実績のある設計図面を参照して設計知識を抽出し、高品質の設計知識を獲得支援する方法及びその実施装置を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】この目的は、機能図・詳細図等の図面データについて、表示画面上で設計知識を抽出する対象範囲と、その対象範囲内の各図面データに存在する対応要素を指定することで知識結論部の詳細化操作の全ての変換パターンを判定し知識結論部を作成し初期案を提示し、設計者による一般的な知識への修正を促すことにより達成できる。

【0016】

【作用】設計知識を抽出する対象範囲の対応要素と他の要素との接続関係から結論部を作成し、指定された各図面データに存在する対応要素の属性情報と接続関係から条件部を作成し、設計知識の条件部を初期案として提示することから、初期案を含む条件式を推定し、初期案を修正することから、設計者に知識獲得の糸口を与えることができる。

【0017】図面データの表示画面上で設計知識を抽出する対象範囲を指定し、図面データベースから対象範囲の要素の属性情報と接続情報を抽出する。次に対象範囲内の各図面データに存在する対応要素を指定し、その対応要素と他の要素との接続関係を調査することから、知識結論部の補完操作の全ての変換パターンを判定することが可能となる。

【0018】

【実施例】以下、本発明を図1から図25により説明する。

【0019】先ず本発明による知識獲得装置の一例の構成について説明する。図1は、その構成を示したものである。これによると図面格納装置6から設計事例を読み込み、ディスプレイ装置1に設計事例を表示する。そのため画像表示装置2は描画像座標データを画像データ記憶装置3から読み込むようになっている。次に、入力装置4より知識抽出範囲を指定し、設計知識を抽出し、知識格納装置7に格納するが、この処理のために演算処理装置5は演算部5a、処理手順記憶部5b、入力部5c、画像データ出力部5d、設計知識データ出力部5e、図面データ入力部5f及び中間データ記憶部5gより構成されるものとなっている。処理手順記憶部5bに記憶されている処理手順は逐次演算部5aから呼び出されるようになっているものである。

【0020】図2は、本発明による知識獲得装置における演算処理装置5による設計事例から設計知識を抽出しif-then型のルールの形で獲得する処理フローの一例を示す図である。

【0021】先ず、ステップ8で、図面格納装置6に格納された詳細図データ13及び機能図データ14を読み込み、ディスプレイ装置1に表示する処理を行う。図3のステップ20、21は、ステップ8での処理をより詳細に示したものである。

【0022】ステップ20で、機能図のデータを読み込み、機能図をブロック図の形式で表示装置に表示する。図4に機能図の表示例を示す。

【0023】次に、ステップ21で、詳細図のデータを読み込み、詳細図をブロック図の形式で表示装置に表示する。図5に詳細図の表示例を示す。

【0024】本例では、機能図及び詳細図データは、ブロック間の接続情報、ブロック及びブロック間の接続線の配置座標、並びにブロックの属性を含むものから成っている。図6に機能図及び詳細図のデータ構造を示

す。

【0025】なお、機能図及び詳細図は、ブロック図図面をそれぞれ、図面記憶装置6に格納されたものとなっている。即ち、機能図のブロック図に対し、例えば、ブロックを挿入・追加或いは、ブロックの内部を詳細なブロックの接続情報で置換することにより得られた、詳細図の形式で再配置されたブロック図図面に対し、設計仕様に応じ更に個別のロジックを補充するなどして実際のソフトウェアロジックを記述し、製品としてその品質が保証されたものである。言い替えれば、図面格納装置6に格納された図面は、過去の設計事例としてその品質が保証されたものである。

【0026】次に、図2のステップ9では、詳細図データ13と機能図データ14の構成要素、接続情報を用いて、両方の図面に存在する構成要素の対応関係を導き出す処理を行う。図3のステップ22から24は、ステップ9での処理をより詳細に示したものである。

【0027】ステップ22では、ステップ23で指定する対応要素の抽出を容易にするために、ディスプレイ装置1に表示された詳細図及び機能図に入力装置4を用いて対象範囲を指定する。

【0028】更に、ステップ23では、ステップ22で指定された対象範囲の中で詳細図と機能図の両方に含まれる同一の種類のブロックを対応要素として、一組ずつ入力装置4を用いて指定する。図4にディスプレイ装置1に表示された機能図の対象範囲、対応要素の選択結果を示す。また、図5にディスプレイ装置1に表示された詳細図の対象範囲、対応要素の選択結果を示す。本例はブロックの内部を詳細なブロックの接続情報で置換する場合を表している。

【0029】更に、ステップ24では、ステップ23で対応するものとして指定されたブロックが同一の種類（演算・論理機能が同一であることを指す）のものであるかどうかを判定する。例えば、機能図で指定したブロックが「加算」素子であるのに対し、詳細図で対応するものとして「積演算」素子であるものが指定された場合には、そのような対応を無効なものとして除外する必要があるためである。

【0030】図7に、ステップ24の詳細な処理手順を示す。

【0031】先ず、図7のステップ38では、対応するものとして指定された一組のブロックを取り出す。次に、ステップ39では、取り出された組みに含まれる2つのブロックが同一の種類であるか否かを、構成要素、接続情報を用いて判定する。もし、ステップ39で同一の種類であると判定されたならば、他の組みのブロックに対しても同様の判定を繰り返した後、図3に示したステップ25以後の、知識を作成する部分に進む。一方、異なる種類のブロックが指定されたらステップ39が判断した場合には、この組みを無効なものとして削除し、

更にステップ23に戻り他の対応関係（機能図／詳細図のブロック間）の指定を促すための手順を選択する。

【0032】然るに、ステップ25以後では、ステップ20からステップ24の手順によって、整合のとれた、同一種類のブロックの組みとして定義されたブロックの情報にもとづき、機能図から詳細図に変換する知識（機能図のブロック情報を条件にもち、どのような詳細ブロック情報を補完し詳細図を構成するか）を作成し、知識ベースに登録する。

【0033】次に、図2のステップ10では、詳細図データ13と機能図データ14の構成要素、接続情報と対応要素データ17を用いて、設計知識の結論部を作成する処理を行う。図3のステップ25から33は、ステップ10での処理をより詳細に示したものである。

【0034】ステップ25、28及び31は、ブロックの組みとして定義されたブロックの接続関係を判定し、どのような補完操作により詳細図が得られたのかを推定し、作成する知識の結論部を導く第1段階処理を実行するステップである。なお、本実施例では、制御系ソフトロジック設計で用いられる前記3種類の変換操作グループの代表例として、図16、図17及び図18に示すような、「単一の要素（ブロック）の挿入」、「分岐位置の変更」及び「（機能図の）要素の内部を詳細なロジックに置き換える（マクロ展開）」の3例を用いて以下説明する。

【0035】ステップ25は、補完操作が「要素の挿入」であるか否かを判定する処理である。

【0036】図8にステップ25の詳細な処理手順を示す。ステップ41、42、43及び44では、各々（ステップ23で指定された）ブロック間の接続関係を判定する。

【0037】ステップ41は、「対応関係にあるものとして取り出したブロックの組みの数が2であるか否か」を判定する。

【0038】ステップ42は、対応関係にあるブロックを「要素A」及び「要素B」とした場合、「機能図データ中で「要素A」の出力と「要素B」の入力が接続しているか否か」を判定する。

【0039】ステップ43では、「詳細図データ中で「要素A」と「要素B」の間に、分岐が含まれていないか否か」を判定する。

【0040】ステップ44では、「詳細図データ中で「要素A」と「要素B」の間に、要素が1個存在するか否か」を判定する。

【0041】ステップ41、42、43及び44で、全ての条件が満たされた場合は、補完操作が「要素の挿入」であると判定できるので、知識の結論部を導く第2段階以降のステップ26及び27に移行するよう手順を以下選択する。

【0042】一方、ステップ41、42、43及び44

の条件の内、一つでも満足されない場合には、補完操作は「要素の挿入」ではないので、更に他の補完操作であるか否かを判定するため、ステップ28及び31の処理に移行するよう手順を選択する。

【0043】また、本例では、指定された要素の組みが2組みである状態にまで知識を抽出する範囲が限定された場合を想定して以下説明する。

【0044】先ず、ステップ25で、補完操作が「要素の挿入」であると判定した場合、ステップ26、27を実行する手順を説明する。

【0045】ステップ26は、補完操作「要素の挿入」を、知識の結論部に組み込むための結論部パターンを設定する。本例では、結論部パターンは、“[%a]と[%b]の間に[%c]を挿入”である。ここで、パターン中の%を接頭語に持つ記号（本例では、%a、%b、%c）は、変数を表し、以下の処理で具体的な文字列が代入されるものとなっている。

【0046】次に、ステップ27は、要素を挿入する知識の結論部の決定する処理である。図9にステップ27の詳細な処理手順を示す。先ず、ステップ45では、2つの要素（「要素A」、「要素B」）のうち「要素A」を結論部パターン“[%a]と[%b]の間に[%c]を挿入”中の変数%aに対応させる。

【0047】ステップ46では、同様に、「要素B」を結論部パターン“[%a]と[%b]の間に[%c]を挿入”中の変数%bに対応させる。

【0048】ステップ47では、詳細図中の「要素A」と「要素B」の間に接続する要素（「要素C」と呼ぶ）の要素の種類名称（例えば、AI）を、文字列Cとして定義する。

【0049】最後に、ステップ48で、結論部パターン“[%a]と[%b]の間に[%c]を挿入”中の変数% cに文字列Cを代入する。ここで、変数% a及び% bには「要素A」「要素B」が対応する旨の情報が付加されるので、以下の条件部の作成処理で、条件部に含まれるブロックを指定する変数として用いられる各変数% a及び% bのデータの属性・値を記入する際には、機能図データベースに具体的な属性値が事例として存在するのでそれを参照することができる。

【0050】図16に、要素種類がCCCであるブロックを挿入する場合の、補完操作を表す知識結論部の表現の一例を示す。

【0051】ステップ28は、補完操作が「分岐位置の変更」であるか否かを判定する処理である。

【0052】図10にステップ28の詳細な処理手順を示す。ステップ49、50、51及び52では、各々（ステップ23で指定された）ブロック間の接続関係を判定する。

【0053】ステップ49は、「対応関係にあるものとして取り出したブロックの組みの数が3であるか否か」

10

20

30

40

50

を判定する。

【0054】ステップ50は、対応関係にあるブロックを「要素A」、「要素B」及び「分岐C」とした場合、「機能図データ中で「要素A」の入力先に「分岐C」が存在するか否か」を判定する。

【0055】ステップ51は、「詳細図データ中で「要素A」の入力先に「分岐C」が存在するか否か」を判定する。

【0056】ステップ52は、「詳細図データ中で「要素B」の入力先に「分岐C」が存在するか否か」を判定する。

【0057】ステップ49、50、51及び52で、全ての条件が満たされた場合は、補完操作が「分岐位置の変更」であると判定できるので、知識の結論部を導く第2段階以降のステップ29及び30に移行するよう手順を以下選択する。

【0058】一方、ステップ49、50、51及び52の条件の内、一つでも満足されない場合には、補完操作は「分岐位置の変更」ではないので、更に他の補完操作であるか否かを判定するため、ステップ31の処理に移行するよう手順を選択する。次に、ステップ28で、補完操作が「分岐位置の変更」であると判定した場合、ステップ29及び30を実行する手順を説明する。

【0059】ステップ29は、補完操作「分岐位置の変更」を、知識の結論部に組み込むための結論部パターンを設定する。本例では、結論部パターンは、“[%a]への分岐を[%b]の前に移動”である。

【0060】次に、ステップ29は、要素を追加する知識の結論部の決定する処理である。図11にステップ30の詳細な処理手順を示す。

【0061】まず、ステップ53では、「要素A」を結論部パターン“[%a]への分岐を[%b]の前に移動”中の変数%aに対応させる。

【0062】ステップ54では、「要素B」を結論部パターン“[%a]への分岐を[%b]の前に移動”中の変数%bに対応させる。

【0063】最後にステップ55で、結論部パターン“[%a]への分岐を[%b]の前に移動”中の変数%a及び変数%bを代入する。ここで、変数%a及び変数%bには「要素A」が対応する旨の情報が付加されるので、以下の条件部の作成処理で、条件部に含まれるブロックを指定する変数として用いられる各変数%a及び%bのデータの属性・値を記入する際には、機能図データベースに具体的な属性値が事例として存在するのでそれを参照することができる。

【0064】図17に、分岐位置を変更する場合の、補完操作を表す知識結論部の表現の一例を示す。

【0065】ステップ31は、補完操作が「要素内部をテンプレートで展開」であるか否かを判定する処理である。

【0066】図12にステップ31の詳細な処理手順を示す。ステップ56、ステップ57、58及び59では、各々（ステップ23で指定された）ブロック間の接続関係を判定する。

【0067】ステップ56は、「対応関係にあるものとして取り出したブロックの組みの数が2であるか否か」を判定する。

【0068】ステップ57は、対応関係にあるブロックを「要素A」及び「要素B」とした場合、「機能図データ中で「要素A」と「要素B」の間に、要素1個存在するか否か」を判定し、存在すればその要素を「要素C」とする。

【0069】ステップ58では、「詳細図中で「要素A」と「要素B」の間に、機能図中の「要素C」がそのまま継承されて含まれていないか否か（「要素C」が存在しないか否か）を判定する。

【0070】ステップ59では、「詳細図中で「要素A」と「要素B」の間に2個以上の要素が存在するか否か」を判定する。

【0071】ステップ56、57、58及び59で、全ての条件が満たされた場合は、補完操作が「要素内部をテンプレートで展開」であると判定できるので、知識の結論部を導く第2段階以降のステップ32及び33に移行するよう手順を以下選択する。

【0072】一方、ステップ56、57、58及び59の内、一つでも満足されない場合には、補完操作は「要素内部をテンプレートで展開」ではないので、対応要素の再指定をユーザに指示するため、ステップ23の処理に移行するよう手順を選択する。

【0073】次に、ステップ31で、補完操作が「要素内部をテンプレートで展開」であると判定した場合、ステップ32、33を実行する手順を説明する。

【0074】ステップ32は、補完操作「要素内部をテンプレートで展開」を、知識の結論部に組み込むための結論部パターンを設定する。本例では、結論部パターンは、“[%a]の内部をテンプレート[%b]で展開”である。

【0075】ステップ33は、要素内部を展開する知識の結論部を決定する処理である。

【0076】図13にステップ33の詳細な処理手順を示す。

【0077】まず、ステップ60では、機能図中で「要素A」と「要素B」の間には含まれた「要素C」（ステップ19内のステップ57で定義）を結論部パターン“[%a]の内部をテンプレート[%b]で展開”中の変数%aに対応させる。

【0078】ステップ61では、小サイズ中で「要素A」と「要素B」の間には含まれた部分の要素の接続情報をテンプレート名“T”（文字列で記述）として格納する。最後に、ステップ62で、結論部パターン“[%

a] の内部をテンプレート [%b] で展開” 中の変数 %b に文字列 T を代入する。ここで、変数 %a には「要素 C」が対応する旨の情報が付加されるので、以下の条件部の作成処理で、条件部に含まれるブロックを指定する変数として用いられる各変数 %a のデータの属性・値を記入する際には、機能図データベースに具体的な属性値が事例として存在するのでそれを参照することができる。

【0079】図18に、要素B1の内部をテンプレート“T”で展開する場合の、補完操作を表す知識結論部の表現の一例を示す。図4の機能図と図5の詳細図の場合、抽出されるテンプレートSは図19のデータになる。これは図6の詳細図のデータ構造から属性情報を除いたものに等しい。

【0080】以上のステップ25から33によって、補完操作が知識の結論部として登録される。

【0081】次に、図2のステップ11では、機能図データ14の構成要素、接続情報と結論部データ18を用いて、設計知識の条件部を編集する処理を行う。

【0082】図3のステップ34から36は、ステップ11での処理をより詳細に示したものである。

【0083】ステップ34では、知識の条件部を作成するために、機能図・詳細図データベースを検索して、「要素A」「要素B」及びこれらの間の要素の接続関係・属性情報を求め、知識の条件部の初期案を作成する。

【0084】図14に、ステップ34の詳細な処理手順を示す。

【0085】まず、図14のステップ63では、本例での対応要素として一組のみ抽出した「要素A」「要素B」に加え、補完操作を決定するための根拠として用いる要素の接続情報・属性情報を参照するために新たに考慮する要素（例えば、図4のB6、B7など）の指定をユーザ（設計者）に促す。本例では、新たな要素の指定は、機能図・詳細図を表示したCAD画面上のブロック指定によっても、あるいは、図面データベース中のレコード（ブロック単位の情報）を直接指定するものであってもよい。更に、新たに指定された要素及び、既に指定済みの「要素A」「要素B」を「条件要素リスト」に登録し、以下ステップ64から67で一つずつ取り出し、条件の一単位とする。

【0086】ステップ64及び65では、「条件要素リスト」が空になるまで、「条件要素リスト」に登録した要素の一つずつ取り出し、条件の一単位に対応する要素として定義する。

【0087】ステップ66では、詳細図データベースから、「条件要素リスト」に登録したレコード（情報の単位）の一つずつ取り出し、その要素の属性情報（例えば、要素の入力信号の種類や信号レベルなど）と「条件要素リスト」に含まれる他の要素との接続関係を検索する。

【0088】ステップ67では、ステップ66で取り出した、要素の接続情報及び属性情報を表形式に変換し、知識の条件部として表データ編集ツールの表示処理で読み込み可能なデータとして定義する。

【0089】ステップ68では、「条件要素リスト」に含まれる全ての要素についての条件部データ及び、結論部パターンを表データ編集ツールの表示処理部に転送し、表データ編集ツールにおいて出力装置の表示画面上に表形式の知識が表示されるものとなっている。

【0090】最後に、ステップ35では、表データ編集ツールの表示処理部に加え、編集処理部を起動し、以上の処理手順により計算機が提示した「知識条件部の初期案」の編集（修正、追加、削除）をユーザ（設計者）に促す。

【0091】図20に、表データ編集ツールの表示処理部により出力装置の表示画面上に表示された知識条件部の初期案の一例を示す。

【0092】図15にステップ35の詳細な処理手順を示す。

【0093】ステップ69では、具体的な事例で与えられていたパラメータに対し、ユーザが知識の条件としてその値を容認した場合に、その値を包含する判定条件を数値的な比較式によって記載することを、ユーザに促す。

【0094】更に、ステップ70では、ユーザによって記載された比較式で用いる比較値の入力を、更に、ユーザに促す。例えば、図20では、要素B2のパラメータ2が100であったものに対し、「パラメータ2が200以下」の条件を満たして使われた設計情報であるとユーザが判断した場合を想定し、ステップ69で比較式「以下」を入力し、更に、ステップ70でその比較値「200」を入力した結果を、図21に示す。

【0095】最後に、ステップ71において、計算機が提示した条件項目（図20の表中の各行）に対し、条件として考慮すべきものとししないものとを区別する情報の設定をユーザに促す。図21の例では、表中の「使用」列に○×をつけてその区別を設定するものを示した。本例では、要素B1、B2、B3の内、要素B2の属性名称「要素名」「パラメータ2」及び入出力接続関係のみを条件として考慮する場合を示した。

【0096】最後に、ステップ36で、以上の知識作成手順の終了を選択する。終了する場合は、表形式データを知識ベースに格納する。終了しない場合は、対象範囲の再指定をユーザに指示するため、ステップ22の処理に移行する手順を選択する。次に、図2のステップ12では、結論部データ18と条件部データ19から、設計知識を合成する処理を行う。図3のステップ37が対応する。

【0097】ステップ37で、以上の処理結果、表データ編集ツールの各処理部により与えられた表形式データ

をif-thenルール形の知識に変換して、知識ベースに格納する。このステップ37でのif-thenルールへの変換結果の例を、図22に示す。図22に示したif-thenルールの例は、以上の処理手順の説明で用いた例のうち、図21に示した表データを変換したものである。

【0098】なお、以上の実施例では、知識の結論部を与える補完操作を、機能図と詳細図のブロック要素の接続情報から判定するものとして説明し、その判定処理はステップ25、28及び31において実行されるものとなっている。一方、複数の補完操作を含むような対象範囲に対しては、このステップ25、28及び31の部分をユーザ（設計者）の指定・選択にその判断を仰ぐものであってもよい。この場合には、ステップ26、29及び32で設定していた結論部知識のパターンを、ユーザに直接記載させるか、予め用意した結論部パターンの中から選択・編集できるように、上記の表データ編集ツールの次画面に補完操作の一覧表を表示し選択する方法がある。図23に補完操作の一覧表の例を示す。

【0099】また、この方法では詳細図に対してこれから抽出する設計知識が適用される直前の状態の機能図が必要である。しかし、一般的にはそのような機能図が存在することは少ない。つまり、変換操作によって挿入・展開された要素が更に別の変換操作の対応要素となるような複数の変換操作の組み合わせで詳細図が作成される場合が多く、実際には詳細図を修正してこれから抽出する設計知識が適用される直前の状態の詳細図を機能図として用いることにより設計知識を獲得する方法が考えられる。図5からテンプレートSの構成要素B21、B22、B23を取り除き、この3要素の代わりにマクロ要素B2を挿入することにより図4を作成することができる。

【0100】図24にステップ27、30及び33で作成された設計知識を実際に適用した例を示す。図24には（a）から（d）までの4つの状態が示されている。（a）は、支援システムの入力図面である機能図であり、（d）は出力図面である詳細図である。（b）、（c）は、（a）から（d）に変換する途中の中間状態である。まず、（a）の機能図の破線部分に要素挿入“[%a]と[%b]の間に[%c]”が適用され、「要素挿入」の補完操作が行われる。次に、その結果（b）の状態から更に分岐位置変更“[%a]への分岐を[%b]の前に移動”が適用され、「分岐位置の変更」の補完操作が行われる。最後に、その結果（c）の状態から更に要素内部展開“[%a]の内部をテンプレート[%b]で展開”が適用され、「要素Aの内部展開」の補完操作が行われる。このようにして機能図から詳細図に変換する。

【0101】また、以上の実施例では、新規に設計知識を作成する場合の一例を示したが、設計知識を知識ベースに格納する前に、既存のルールを検索し整合性を検証

する方法もある。もし、図25のように作成するルールと同じ結論部を持つ類似したルールが存在する時には、作成するルールの整合性を検証する。例えば、類似ルール間の派生関係を調査しその結果を提示することにより、他のルールの組み合わせでできないかどうか、又は、条件部の修正が必要か否かの判断を行う。図25では類似ルールが3つある場合であり、条件部の条件式をA、B、C、DをするとルールAはルールB、C及び作成された設計知識と派生関係があることが示されている。設計者はこの派生関係を考慮した上で代替案や条件部の修正を判断する。このようにして、ルールのバリエーションを追加していくことが可能になる。

【0102】更に本発明の知識獲得方法及び知識獲得装置は、図面データが機能図と詳細図を有する場合のみならず、一つの種類の図面である場合にも適用できる。

【0103】

【発明の効果】本発明によれば、既存の設計図面をCAD画面上で直接参照して、機能図から詳細図への変換知識を作成できるので、設計者の発想を誘導し、設計者の意図を反映した形での知識ベースの構築が容易となる。

【0104】更に、本発明によれば、既存の設計図面の図面データベースから直接データを用いて、知識の条件データを編成するので、従来手作業で接続関係や属性値に関する限定情報を記載していたものに対して、情報の信頼度が向上し、作成される知識の品質が向上する。

【0105】又、本発明の知識獲得支援装置によって得られた知識ベースは、直接、設計支援システムで参照することが可能なので、獲得された知識の評価等を新たに加えた設計支援環境の統合が容易となる。

【0106】更に、本発明によれば、過去に蓄積された設計事例を有効に活用し、設計知識を抽出し、ドキュメントの形で保存することが可能なので、設計技術の伝承、設計教育の観点から有益な情報を提供することができる。

【0107】なお、本発明の実施例では、「ソフトウェアの設計分野」を一例に説明したが、本発明の知識獲得方法は、ブロック図形式で機能設計及び詳細設計の設計情報を記述する設計分野例えば、集積化デジタル回路設計やプラント系統設計等での設計知識の獲得に広く適用できるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による知識獲得装置の構成を示す図。

【図2】本発明による知識獲得装置における演算処理装置による設計事例から設計知識を抽出しif-then型のルールの形で獲得する処理のフローの例を示す図。

【図3】図2の詳細フローを示す図。

【図4】図3の第1、3、4のステップでの、機能図の対象範囲、対応要素の選択結果の例を示す図。

【図5】図3の第2、3、4のステップでの、詳細図の対象範囲、対応要素の選択結果の例を示す図。

【図6】機能図及び詳細図のデータ構造と図4の詳細図のデータ例を示す図。

【図7】図3の第5のステップでの、機能図と詳細図間の要素間の整合性を検証する処理の詳細な例を示す図。

【図8】図3の第6のステップでの、ロジック詳細化操作の判別処理の詳細な例を示す図。

【図9】図3の第8のステップでの、知識の結論部の作成処理の詳細な例を示す図。

【図10】図3の第9のステップでの、ロジック詳細化操作の判別処理の詳細な例を示す図。

【図11】図3の第11のステップでの、知識の結論部の作成処理の詳細な例を示す図。

【図12】図3の第12のステップでの、ロジック詳細化操作の判別処理の詳細な例を示す図。

【図13】図3の第14のステップでの、知識の結論部の作成処理の詳細な例を示す図。

【図14】図3の第15のステップでの、知識の条件部の作成処理の詳細な例を示す図。

【図15】図3の第16のステップでの、条件部の編集

処理の詳細な例を示す図。

【図16】図3の第8のステップでの、知識結論部の表現の一例を示す図。

【図17】図3の第11のステップでの、知識結論部の表現の一例を示す図。

【図18】図3の第14のステップでの、知識結論部の表現の一例を示す図。

【図19】図4、図5より抽出されたテンプレートS。

【図20】表データ編集ツールにより表示された知識の初期案（設計事例）。

【図21】ユーザにより修正選択された知識の条件部。

【図22】図21より作成されたif-then型ルール。

【図23】補完操作の一覧表。

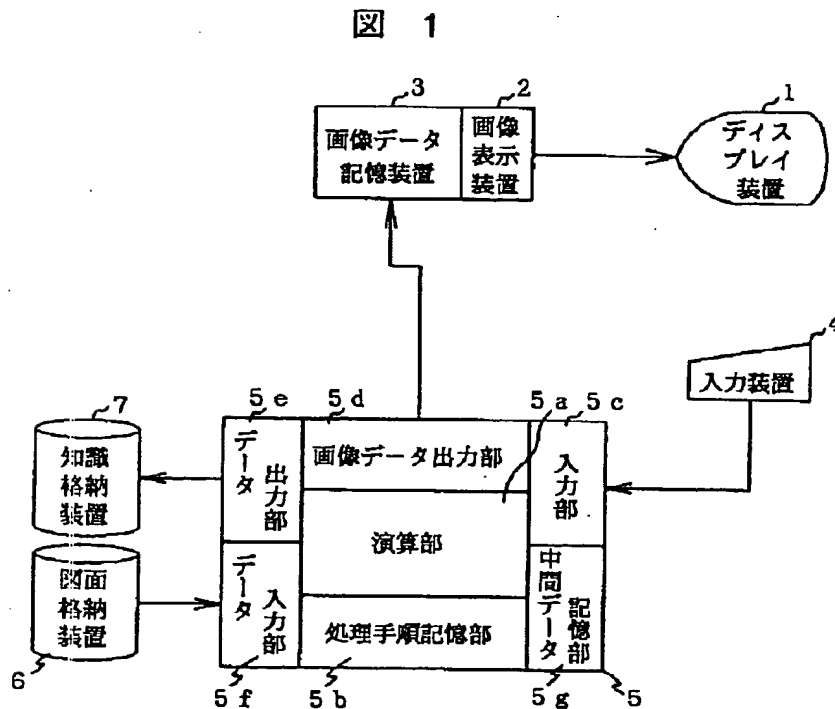
【図24】設計知識の適用例の例を示す図。

【図25】設計知識の整合性検証の例を示す図。

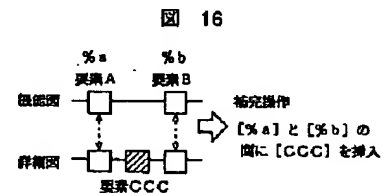
【符号の説明】

1…ディスプレイ装置、2…画像表示装置、3…画像データ記憶装置、4…入力装置、5…演算処理装置、6…図面格納装置、7…知識格納装置。

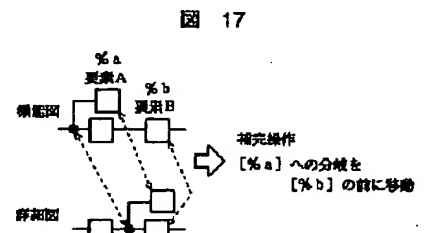
【図1】



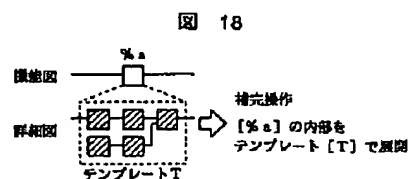
【図16】



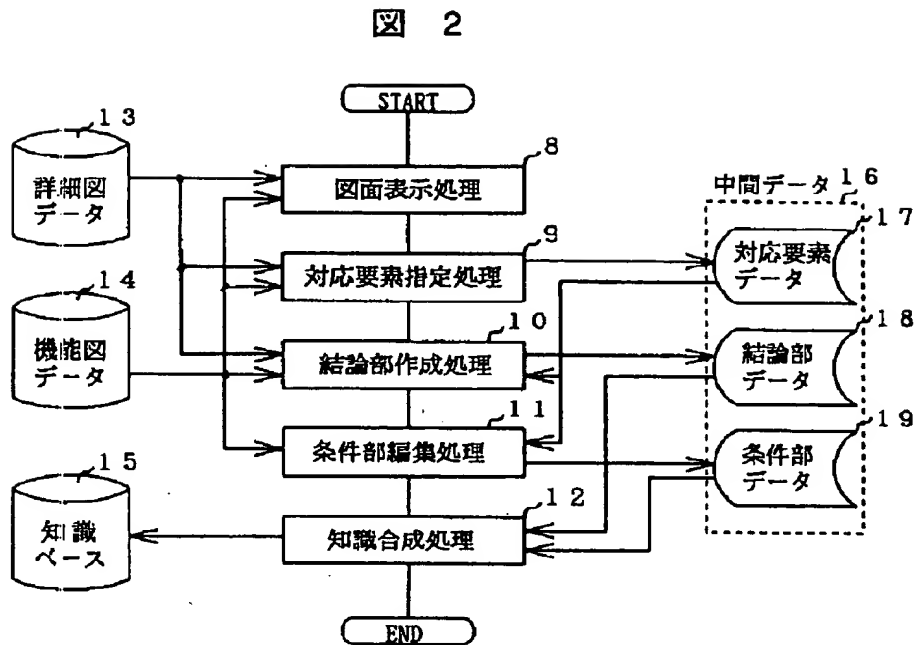
【図17】



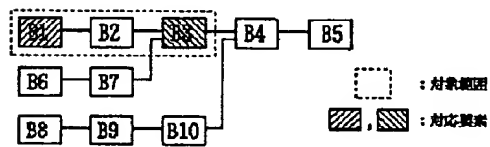
【図18】



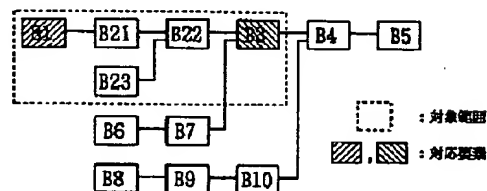
【図 2】



【図 4】

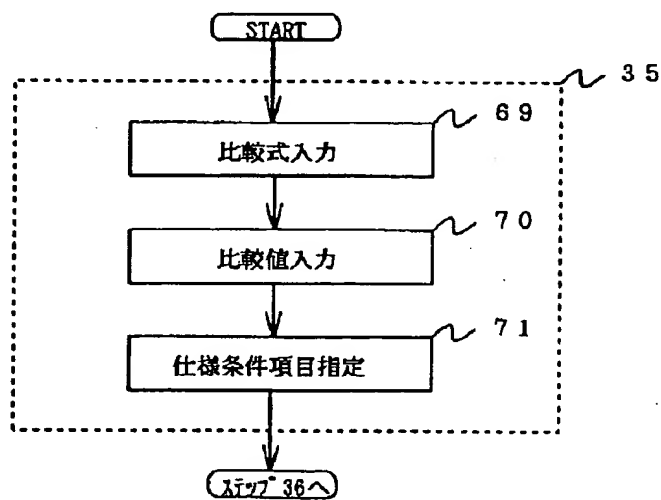


【図 5】

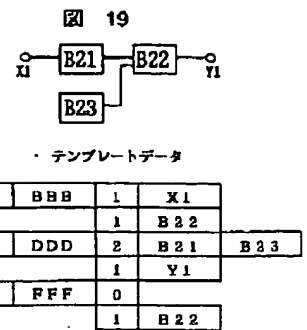


【図 15】

図 15

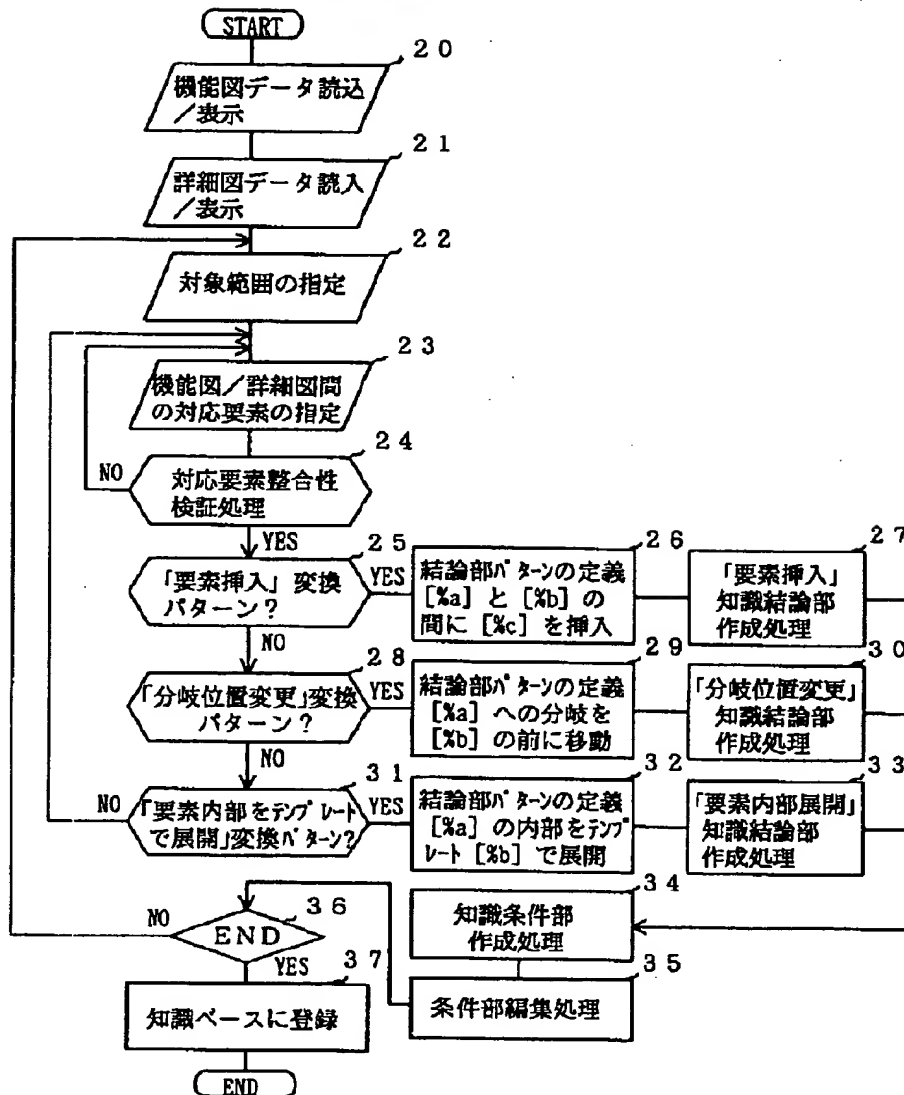


【図 19】



【図3】

図 3



【図22】

図 22

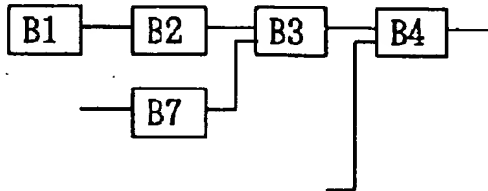
もし、 B2の要素名がABCであり
第1入力にB1が接続し
第1出力にB3が接続し
B2のパラメータ2が200以下
ならば、 B2内部をテンプレートSで展開

【図6】

図 6

要素名	要素の種類	入力端子数	第1入力に接続する要素	第2入力に接続する要素	・	・
		出力端子数	第1出力に接続する要素	第2出力に接続する要素	・	・
		属性数	属性1	属性1の値		
			属性2	属性2の値		
				

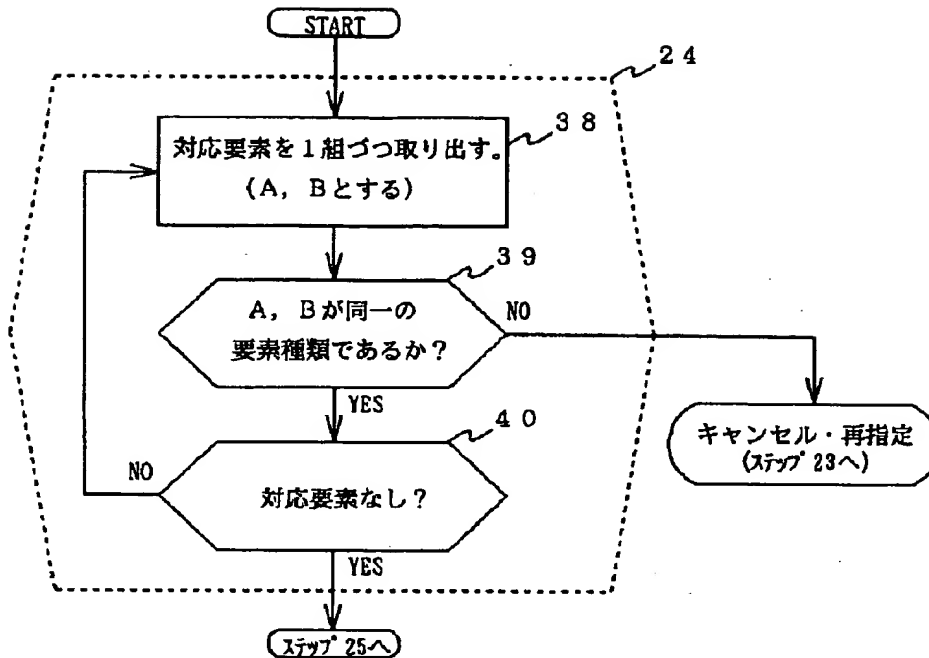
例： 図4の機能図のデータ例



B 1	AAA	0		
		1	B 2	
		1	パラメータ1	A
B 2	ABC	1	B 1	
		1	B 3	
		1	パラメータ2	100
B 3	CCC	2	B 2	B 7
		1	B 4	
		1	パラメータ1	C
B 4
			...	

【図7】

図 7



【図20】

図 20

要素	属性名称	値	比較式	使用
B 1	要素名	AAA		
	第1出力	B2		
	パラメータ1	A		
B 2	要素名	ABC		
	第1入力	B1		
	第1出力	B3		
	パラメータ2	100		
B 3	要素名	CCC		
	第1入力	B2		
	第2入力	B7		
	第1出力	B4		
	パラメータ1	C		

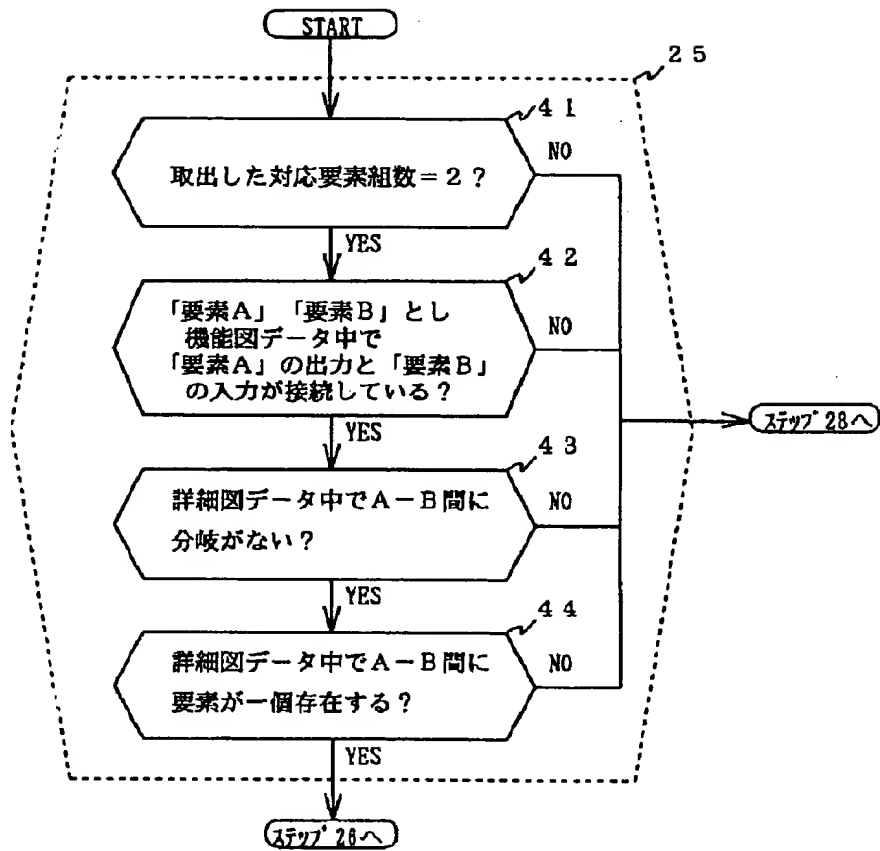
【図21】

図 21

要素	属性名称	値	比較式	使用
B 1	要素名	AAA		
	第1出力	B2		
	パラメータ1	A		
B 2	要素名	ABC		○
	第1入力	B1		○
	第1出力	B3		○
	パラメータ2	200	以下	○
B 3	要素名	CCC		×
	第1入力	B2		×
	第2入力	B7		×
	第1出力	B4		×
	パラメータ1	C		×

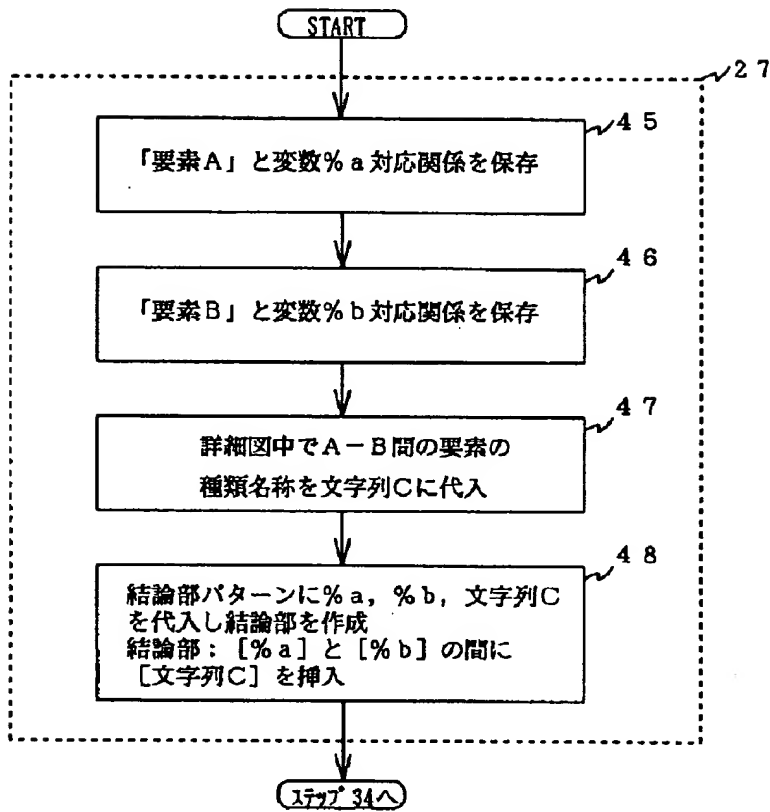
【図 8】

図 8



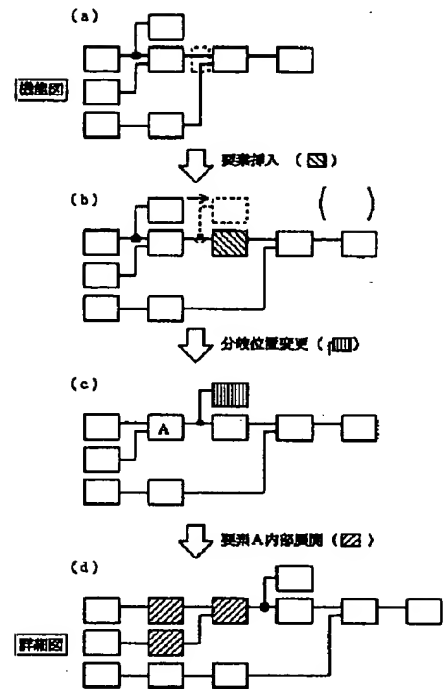
【図 9】

図 9



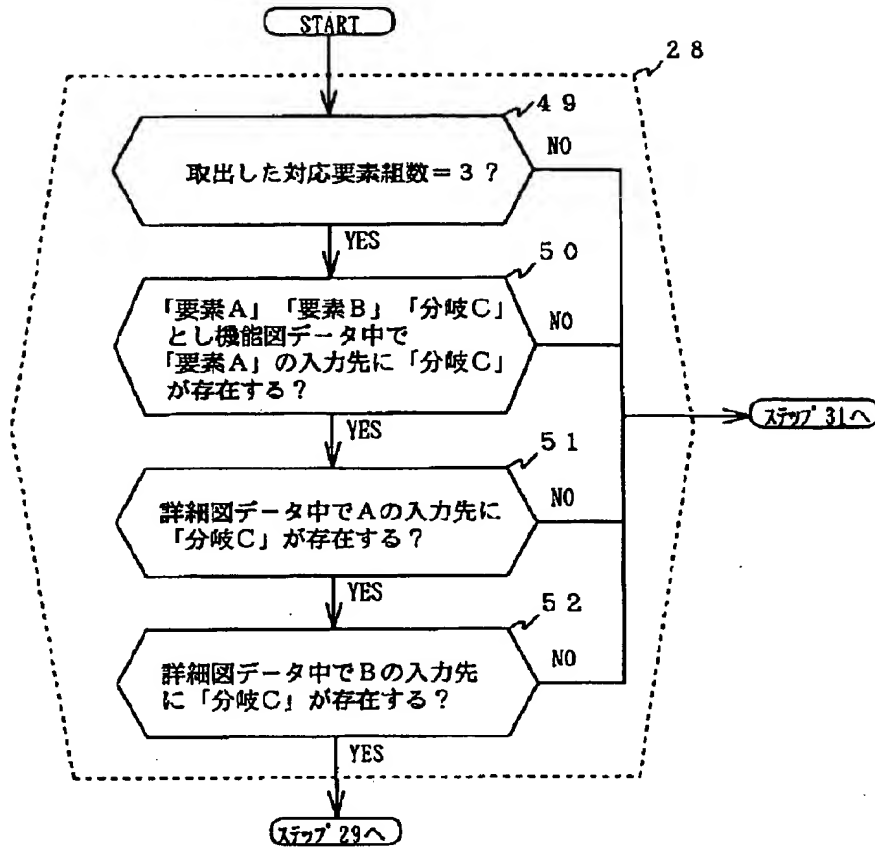
【図 24】

図 24



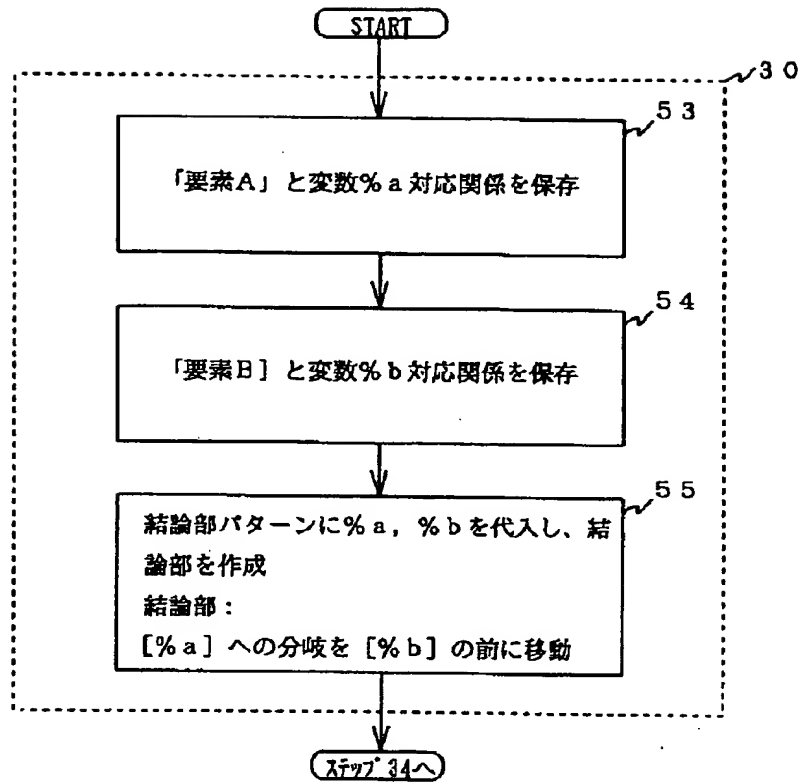
【図10】

図 10



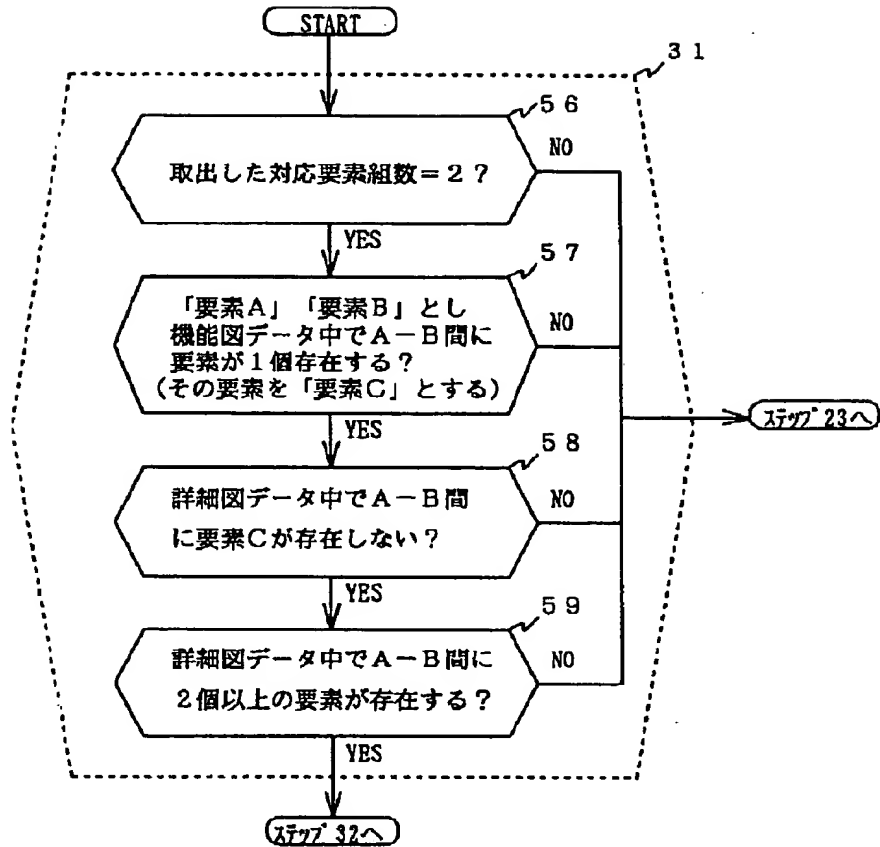
【図11】

図 11



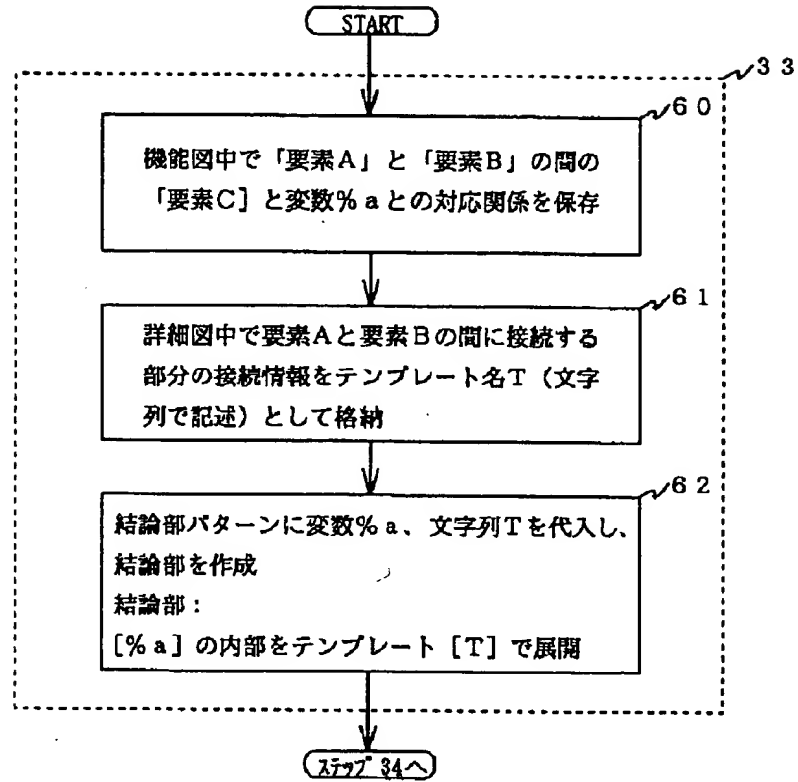
【図12】

図 12



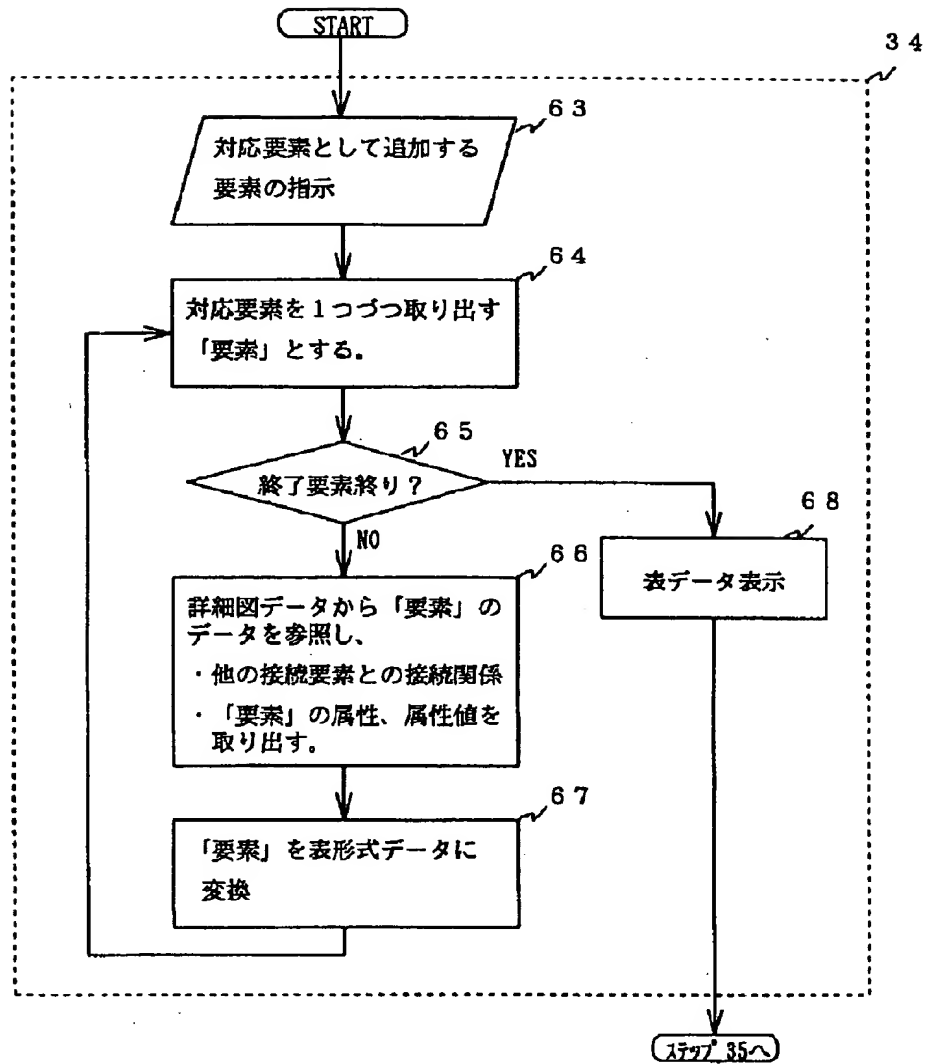
【図13】

図 13



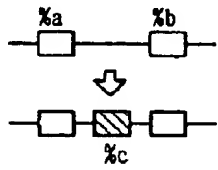
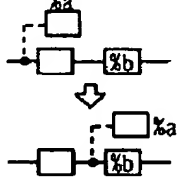
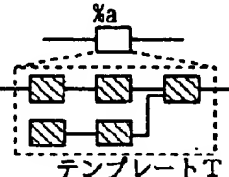
【図14】

図 14



【図23】

図 23

種類	結論部パターン	図	例
要素挿入	[%a]と[%b]の間に[%c]を挿入		
分岐位置変更	[%a]への分岐を[%b]の前に移動		
要素内部展開	[%a]の内部をテンプレート[T]で展開		

【図25】

図 25

